

B1

1/9/1  
DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

01924929 \*\*Image available\*\*  
PROCESSING METHOD WITH SILICON ION BEAM

PUB. NO.: 61-139029 A]  
PUBLISHED: June 26, 1986 (19860626)  
INVENTOR(s): SAKURAI HIROMI  
APPLICANT(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP [000601] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)  
APPL. NO.: 59-261369 [JP 84261369]  
FILED: December 10, 1984 (19841210)  
INTL CLASS: [4] H01L-021/302; H01L-021/265  
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)  
JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R003 (ELECTRON BEAM); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation)  
JOURNAL: Section: E, Section No. 453, Vol. 10, No. 332, Pg. 110, November 12, 1986 (19861112)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To improve the operation by a method wherein only the part to be processed on the film to be processed is heated to the required high-temperature, and the heated part is processed with an Si ion beam, thereby dispensing with the need to replace the active gas remaining in the vacuum chamber with an inert gas.

CONSTITUTION: The active gas that constitutes the surrounding atmosphere is sucked in and discharged to outside along with the inert gas, which is injected from the inert gas injection nozzle 14, by using the second suction nozzle 15 on the beam processing tool 16 so as to prevent the inert gas atmosphere from entering the part on the SiO(sub 2) film 51 to be processed. By injecting and irradiating the Si ion beam 2 and the heating, electron beam 18 from the beam injection nozzle 11, the part to be processed on the SiO(sub 2) film 51 is heated to the high- temperature of 800-1,200 deg.C with the heating, electron beam 18, and the SiO(sub 2) at the heated part and the Si ion of the ion beam 2 are reacted in presence of the H(sub 2) gas injected from the H(sub 2) injection nozzle 12 to be an SiO gas so that the dent part 52 is formed. The SiO gas is sucked along with H(sub 2) gas and inert gas by means of the first suction nozzle 13 to be discharged outside.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭61-139029

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
H 01 L 21/302  
21/265

識別記号 庁内整理番号  
B-8223-5F  
6603-5F

⑭ 公開 昭和61年(1986)6月26日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 シリコンイオンビームによる加工方法

⑯ 特 願 昭59-261369

⑰ 出 願 昭59(1984)12月10日

⑱ 発 明 者 桜 井 弘 美 伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・  
アイ研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

特許庁長官の署名 特許庁長官  
特許庁長官の署名 特許庁長官

明 細 書

1. 発明の名称

シリコンイオンビームによる加工方法

2. 特許請求の範囲

(1) シリコンイオンビームと加熱用電子ビームまたは加熱用レーザービームとを噴出するビーム噴出ノズルと、このビーム噴出ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられ水素ガスを噴出する水素噴出ノズルと、この水素噴出ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられた第1の吸気ノズルと、この第1の吸気ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられ不活性ガスを噴出する不活性ガス噴出ノズルと、この不活性ガス噴出ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられた第2の吸気ノズルとによつて活性ガスの雰囲気中に構成され上記第1の吸気ノズルが上記水素噴出ノズルから噴出する水素ガスとともに上記不活性ガス噴出ノズルから噴出する不活性ガスを吸い取つて外部へ排出し上記第2の吸気ノズルが上記不活性ガス噴出ノズルから噴出する不活性ガスとともにその周辺を取り囲む活性

ガスを吸い取つて外部へ排出するビーム加工具を用い、半導体基板の主面上に形成され二酸化ケイ素または二酸化ケイ素を主成分とする材料からなる被加工膜をシリコンイオンビームによつて加工する際に、上記第2の吸気ノズルによつて上記活性ガスが上記被加工膜の加工すべき部分へ入り込むのを防止し、上記被加工膜の加工すべき部分に対して上記ビーム噴出ノズルから上記シリコンイオンビームと上記加熱用電子ビームまたは上記加熱用レーザービームとを噴出・照射させることにより、上記被加工膜の加工すべき部分のみを上記加熱用電子ビームまたは上記加熱用レーザービームによつて所要の高温に加熱するとともにこの加熱された部分の二酸化ケイ素と上記シリコンイオンビームのシリコンイオンとを上記水素噴出ノズルから噴出する水素ガスの存在のもとで反応させて二酸化ケイ素ガスにして除去する加工を行うことを特徴とするシリコンイオンビームによる加工方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は半導体集積回路装置(IC)などの半導体装置の半導体基板の主面上に形成された二酸化ケイ素( $\text{SiO}_2$ )膜などの被加工膜をシリコン(Si)イオンビームによつて加工する方法に関するものである。

(従来の技術)

第3図は先行技術による方法(本願の出願人が昭和59年11月5日出願した特許願1を参照)を実施するための装置の断面図である。

図に於いて、(1)は一方の端部に連結されたSiイオンビーム発生装置(図示せず)が発生する矢印の矢印で示すSiイオンビーム(2)を軸線に沿つて通す連結管、(1a)は一方の端部が連結管(1)の管壁にこれを通通するように固着され連結管(1)内を排気する排気管、(3)は一方の端部が連結管(1)の他方の端部に端板(3a)を介して連結管(1)の管壁と一致するように固着されるとともに連結管(1)内に開口し他方の端部からSiイオンビーム(2)を噴出するSiイオンビーム噴出ノズル、(4)はSiイオンビーム噴出ノズル(3)の外側にこれを取り囲ん

で設けられ一方の端部が端板(3a)に固着され他方の端部から水素( $\text{H}_2$ )ガスを噴出する $\text{H}_2$ 噴出ノズル、(4a)は一方の端部が $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)の管壁にこれを通通するように固着され $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)へ $\text{H}_2$ ガスを供給する $\text{H}_2$ 供給管、(5)は $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)の外側にこれを取り囲んで設けられ一方の端部が $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)の管壁に固着され他方の端部から $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)が噴出する $\text{H}_2$ ガスおよび不活性ガスを吸い取る吸気ノズル、(5a)は一方の端部が吸気ノズル(5)の管壁にこれを通通するように固着され他方の端部が真空装置(図示せず)に接続され吸気ノズル(5)が吸い取るガスを外部へ排出するガス排出管、(6)はSiイオンビーム噴出ノズル(3)と $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)と吸気ノズル(5)とで構成されたSiイオンビーム加工工具、(7)は主面上に形成すべき $\text{SiO}_2$ 膜(51)が形成されたSi基板(50)を収容する基板収容台、(8)は基板収容台(7)の長面部に遍設され基板収容台(7)の長面上に設置されるSi基板(50)を800~1200℃程度の高温に加熱するヒータである。

この先行技術による方法は、真空チャンバー(図示せず)内のアルゴンなどの不活性ガスの雰囲気中に於いて、基板収容台(7)の長面上に設置された $\text{SiO}_2$ 膜(51)が主面上に形成されたSi基板(50)をヒータ(8)によつて加熱して800~1200℃程度の高温にしたのちに、Siイオンビーム加工工具(6)を用いて、 $\text{SiO}_2$ 膜(51)の加工すべき部分に対して、 $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)から $\text{H}_2$ を噴出させながらSiイオンビーム噴出ノズル(3)からSiイオンビーム(2)を噴出・照射させることによつて、 $\text{SiO}_2$ 膜(51)の加工すべき部分の $\text{SiO}_2$ とSiイオンビーム(2)のSiイオンとを $\text{H}_2$ ガスの存在のもとで反応させて二酸化ケイ素( $\text{SiO}_2$ )ガスにして凹部(52)を形成し、この $\text{SiO}_2$ ガスを $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)から噴出する $\text{H}_2$ ガスおよび不活性ガスとともに吸気ノズル(5)によつて吸い取つて外部へ排出するものである。

従つて、この先行技術による方法では、 $\text{H}_2$ 噴出ノズル(4)から噴出する $\text{H}_2$ ガスが $\text{SiO}_2$ 膜(51)の加工すべき部分以外の部分に広がるのを防止することができ、しかもSiイオンビーム(2)の直径

を2mm程度に絞り込むことができるので、 $\text{SiO}_2$ 膜(51)にサブミクロン程度の微細パターン(52)の凹部(52)を容易に形成することができる。

(発明が解決しようとする問題点)

上記のような先行技術による方法では、Si基板(50)の全体を800~1200℃程度の高温に加熱するので、Si基板(50)の酸化を防止するために真空チャンバー内の不活性ガスの雰囲気中に於いて $\text{SiO}_2$ 膜(51)の加工を行う必要がある。従つて、 $\text{SiO}_2$ 膜(51)の加工を行う毎に、真空チャンバー内に残留する大気などの酸素( $\text{O}_2$ )を含む活性ガスを不活性ガスに置換する必要がある、作業性が悪いという問題点があつた。

この発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、真空チャンバー内に残留する活性ガスを不活性ガスに置換する必要がない、作業性のよいSiイオンビームによる加工方法を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

この発明に係るSiイオンビームによる加工方

佐は、Si イオンビームと加熱用電子ビームまたは加熱用レーザービームとを噴出するビーム噴出ノズルと、このビーム噴出ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられ  $H_2$  ガスを噴出する  $H_2$  噴出ノズルと、この  $H_2$  噴出ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられた第1の吸気ノズルと、この第1の吸気ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられ不活性ガスを噴出する不活性ガス噴出ノズルと、この不活性ガス噴出ノズルの外側にこれを取り囲んで設けられた第2の吸気ノズルとによつて活性ガスの雰囲気中に構成され第1の吸気ノズルが  $H_2$  噴出ノズルから噴出する  $H_2$  ガスとともに不活性ガス噴出する不活性ガスを吸い取つて外部へ排出し第2の吸気ノズルが不活性ガス噴出ノズルから噴出する不活性ガスとともにその周辺を取り囲む活性ガスを吸い取つて外部へ排出するビーム加工具を用い、半導体基板の主面上に形成され  $SiO_2$  膜または  $SiO_2$  を主成分とする材料からなる被加工膜を Si イオンビームによつて加工する際に、第2の吸気ノズルによつて活性ガスが被加工膜の加

工すべき部分へ入り込むのを防止し、被加工膜の加工すべき部分に対してビーム噴出ノズルから Si イオンビームと加熱用電子ビームまたは加熱用レーザービームとを噴出・照射させることにより、加熱用電子ビームまたは加熱用レーザービームによつて被加工膜の加工すべき部分のみを所望の高温に加熱するとともに Si イオンビームによつてこの加熱された部分の加工を行うものである。

## 〔作用〕

この発明の方法では、活性ガスを不活性ガス噴出ノズルから噴出する不活性ガスとともに第2の吸気ノズルによつて吸い取つて外部へ排出して活性ガスが被加工膜の加工すべき部分へ入り込むのを防止し、被加工膜の加工すべき部分に対してビーム噴出ノズルから Si イオンビームと加熱用レーザービームとを噴出・照射させることにより、被加工膜の加工すべき部分のみを加熱用電子ビームまたは加熱用レーザービームによつて所望の高温に加熱するとともにこの加熱された部分の  $SiO_2$  と Si イオンビームの Si イオ

ンを  $H_2$  噴出ノズルから噴出する  $H_2$  ガスの存在のもとで反応させて  $SiO$  ガスにして除去する加工を行う。このとき生成される  $SiO$  ガスは  $H_2$  噴出ノズルから噴出する  $H_2$  ガスおよび不活性ガス噴出ノズルから噴出する不活性ガスとともに第1の吸気ノズルによつて吸い取られて外部へ排出される。

## 〔実施例〕

第1図はこの発明の第1の実施例の方法を実施するために使用される装置の断面図である。

図において、第3図の符号と同一符号は同等部分を示し、Si 基板(50)はこの実施例での半導体基板であり、 $SiO_2$  膜(51)はこの実施例での被加工膜である。01は一方の端部が送給管(1)の端部に端板(11a)を介して軸線が送給管(1)の軸線と一致するように固着され他方の端部から Si イオンビーム(2)と後述の加熱用電子ビームとを噴出するビーム噴出ノズル、02はビーム噴出ノズル01の外側にこれを取り囲んで設けられ一方の端部が端板(11a)に固着され他方の端部から  $H_2$  ガスを噴出す

る  $H_2$  噴出ノズル、(12a)は一方の端部が  $H_2$  噴出ノズル02の管壁にこれを通通するように固着され  $H_2$  噴出ノズル02へ  $H_2$  ガスを供給する  $H_2$  供給管、03は  $H_2$  噴出ノズル02の外側にこれを取り囲んで設けられ一方の端部が  $H_2$  噴出ノズル02の管壁に固着され他方の端部から  $H_2$  噴出ノズル02が噴出する  $H_2$  ガスとともに後述の不活性ガス噴出ノズルが噴出する不活性ガスを吸い取る第1の吸気ノズル、(13a)は一方の端部が第1の吸気ノズル03の管壁にこれを通通するように固着され第1の吸気ノズル03が吸い取るガスを外部へ排出するガス排出管、04は第1の吸気ノズル03の外側にこれを取り囲んで設けられ一方の端部が第1の吸気ノズル03の管壁に固着され他方の端部から不活性ガスを噴出する不活性ガス噴出ノズル、(14a)は一方の端部が第1の吸気ノズル03の管壁にこれを通通するように固着され不活性ガス噴出ノズル04へ不活性ガスを供給する不活性ガス供給管、05は不活性ガス噴出ノズル04の外側にこれを取り囲んで設けられ一方の端部が不活性ガス噴出ノズル04の管壁に

固着され他方の端部から不活性ガス噴出ノズル04が噴出する不活性ガスとともにその周囲を取り囲む活性ガスを吸い取る第2の吸気ノズル、(15a)は一方の端部が第2の吸気ノズル04の管壁にこれを貫通するように固着され第2の吸気ノズル04が吸い取るガスを外部へ排出するガス排出管、04はビーム噴出ノズル03とH<sub>2</sub>噴出ノズル03と第1の吸気ノズル03と不活性ガス噴出ノズル04と第2の吸気ノズル04とで構成されたビーム加工具、04は一方の端部が連結管(1)の管壁にこれを貫通して連結管(1)内に開口するように連結された連結管、矢印の実線で示す04は連結管04の他方の端部に連結された加熱用電子ビーム発生装置(図示せず)で発生され連結管04の外部に設けられた偏向コイル(図示せず)によつてビーム噴出ノズル04から噴出するH<sub>2</sub>ガスとS<sub>10</sub>基板(50)に形成された凹部(52)に加熱用電子ビームである。なお、S<sub>1</sub>イオンビーム(2)は、S<sub>1</sub>イオンの質量が電子の質量に比べて格段に大きいので、加熱用電子ビーム04を偏向する偏向コイルによつてほとんど偏向されることなく、ビーム噴出ノズル04から

1の吸気ノズル03によつて吸い取つて外部へ排出するものである。

従つて、この実施例の方法では、S<sub>10</sub>基板(51)の加工すべき部分のみを高温に加熱するので、S<sub>1</sub>基板(50)が、上記先行技術による方法のように、高温に加熱されることがなく、活性ガスの雰囲気によつて酸化されるおそれがないから、真空チャンバー内に残留する活性ガスを不活性ガスに置換する必要がなく、作業性が上記先行技術による方法より良い。

図2図はこの発明の第2の実施例の方法を実施するために使用される装置の断面図である。

図において、第1図および第3図の符号と同一符号は同等部分を示す。矢印の実線で示す04は連結管04の連結管(1)側の端部とは反対側の端部に連結されたS<sub>1</sub>イオンビーム発生装置(図示せず)で発生され連結管04の外部に設けられた偏向コイル(図示せず)によつてビーム噴出ノズル04から噴出するように偏向されたS<sub>1</sub>イオンビーム、04は一方の端部が連結管(1)のビーム噴出ノズル04側

へ噴出することができる。

この実施例の方法は、基板載置台(7)の表面上に設置されたS<sub>1</sub>基板(50)の主面上に形成されたS<sub>10</sub>膜(51)の加工すべき部分の加工を行う際に、ビーム加工具04の第2の吸気ノズル04によつて周辺の雰囲気ガスを形成する活性ガスを不活性ガス噴出ノズル04から噴出する不活性ガスとともに吸い取つて外部へ排出して活性ガスの雰囲気ガスをS<sub>10</sub>膜(51)の加工すべき部分へ入り込むのを防止し、S<sub>10</sub>膜(51)の加工すべき部分に対してビーム噴出ノズル04からS<sub>1</sub>イオンビーム(2)と加熱用電子ビーム04とを噴出・照射させることにより、加熱用電子ビーム04によつてS<sub>10</sub>膜(51)の加工すべき部分を800〜1200℃程度の高温に加熱するとともにこの加熱された部分のS<sub>10</sub>とS<sub>1</sub>イオンビーム(2)のS<sub>1</sub>イオンとをH<sub>2</sub>噴出ノズル04から噴出するH<sub>2</sub>ガスの存在のもとで反応させS<sub>10</sub>ガスにして凹部(52)を形成し、このS<sub>10</sub>ガスをH<sub>2</sub>噴出ノズル04から噴出するH<sub>2</sub>ガスおよび不活性ガス噴出ノズル04から噴出する不活性ガスとともに第

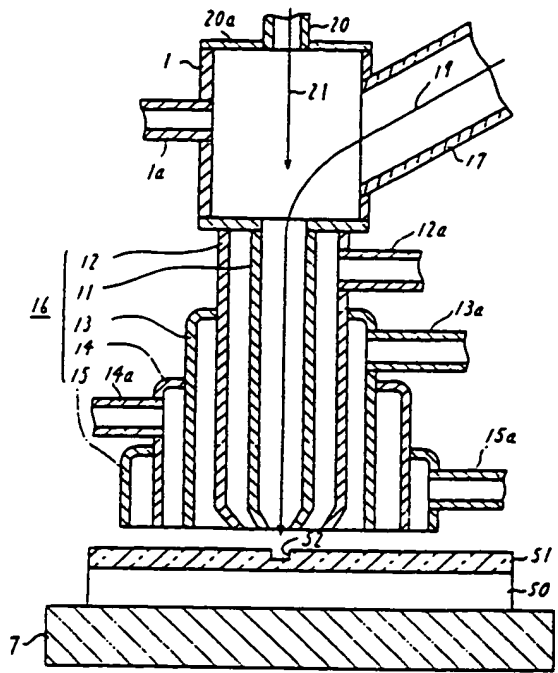
2の端部とは反対側の端部に端板(20a)を介して軸線がビーム噴出ノズル04の軸線と一致するように固着され他方の端部に加熱用レーザービーム発生装置(図示せず)が連結された連結管、矢印の実線で示す04は上記加熱用レーザービーム発生装置で発生されビーム噴出ノズル04から噴出する加熱用レーザービームである。

この実施例の方法は、第1の実施例の方法においてビーム噴出ノズル04から噴出する加熱用電子ビーム04に替えて加熱用レーザービーム04を噴出させるもので、第1の実施例の方法と同様に、活性ガスの雰囲気ガスをS<sub>10</sub>膜(51)の加工すべき部分へ入り込むのを防止し、S<sub>10</sub>膜(51)の加工すべき部分のみを高温に加熱してこの高温に加熱された部分に凹部(52)を形成するので、S<sub>1</sub>基板(50)が高温に加熱されることがなく、第1の実施例の方法と同様の効果がある。

上記各実施例では、S<sub>1</sub>基板(50)を用いる場合について述べたが、この発明はこれに限らず、その他の半導体基板を用いる場合にも適用できる。



第 2 図



19: Si イオンビーム

21: 加熱用レーザービーム

第 3 図

